

L'AGRICULTURE BIOLOGIQUE

Réseau APCA Grandes cultures



Sécuriser la culture des protéagineux en agriculture biologique



Synthèse des essais sur les associations légumineuses & céréales mis en place en 2015

Sommaire

	Page
1. Sécuriser la culture des protéagineux	4
2. Des scénarios climatiques voisins	5
3. Les faits marquants de la campagne, localisation des essais	6
4. Féverole d'hiver associée à une céréale	7
5. Pois d'hiver associé à une céréale	11
6. Féverole de printemps associée à une céréale	15
7. Pois de printemps associé	19
8. Lupin bleu de printemps associé	23
9. Conclusions et perspectives	27

Ce travail est le fruit d'une collaboration entre les régions Pays de la Loire, la Normandie, le Nord Pas de Calais et la Picardie.

Rédacteur : Gilles SALITOT (CA Oise)

Relecteurs : François BOISSINOT (CRAPL), Alain LECAT et Robin GUILHOU (CA Nord Pas de Calais), Thierry METIVIER (CA Calvados) et Amandine GUIMAS (CA Orne).

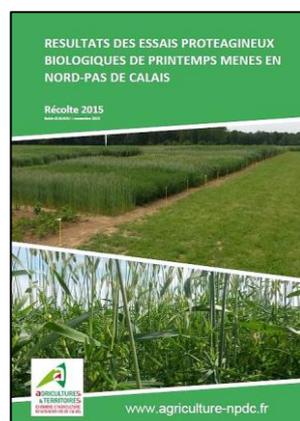
Sécuriser et maîtriser la culture des protéagineux en AB

En agriculture biologique, les légumineuses à graines présentent de nombreux intérêts (enrichissement des sols en azote, allongement des rotations, source d'alimentation pour les ruminants et les monogastriques...). Pour autant, l'emblavement de ces cultures reste en France limité avec 7.7 % de la surface en Grandes cultures biologiques (données Agence Bio 2014). Que ce soit en lupin, féverole ou pois, les contraintes sont fortes. Leur faible pouvoir couvrant, notamment en fin de cycle, en fait des cultures sensibles à l'invasion par les adventices et oblige à multiplier les passages d'outils de désherbage mécanique en cas de relevées. Leur sensibilité aux maladies et aux ravageurs vient fragiliser d'autant leurs performances. D'une année à l'autre, la variabilité des rendements est forte.

Les attentes des producteurs portent donc sur des itinéraires techniques qui sécurisent la production des légumineuses à graines. Ajouté à cela, une nouvelle culture tente d'agrandir son territoire de production au Nord de la France et se retrouve confrontée aux mêmes enjeux ; il s'agit du soja.

Des références acquises en France et en Europe, montrent que les associations de légumineuses avec des céréales permettent de sécuriser le rendement des protéagineux. Pour autant, il reste à déterminer pour les différents types de céréales possibles en association, les équilibres permettant de récolter une proportion suffisante de protéagineux. Cette thématique a mobilisé au sein du réseau des Chambres d'agriculture, des moyens importants en 2015. Des plateformes « association légumineuses-céréales » ont vu le jour en région Nord Pas de Calais et Picardie qui complètent les travaux mis en place depuis quelques années dans les Pays de la Loire et en Normandie. Ces travaux méritent d'être regroupés dans une synthèse nationale telle que cela a été souhaité par les conseillers en grandes cultures biologiques des Chambres d'agriculture réunis en décembre 2014 à l'APCA.

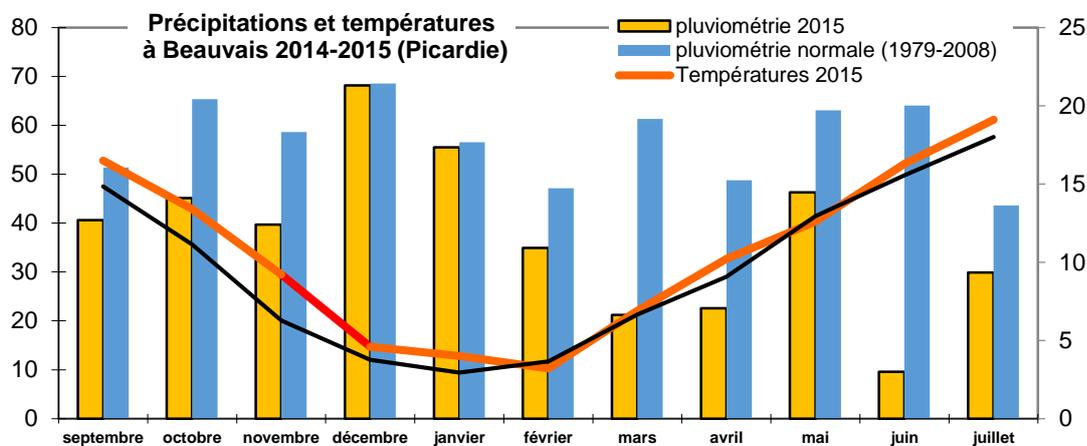
Vous pouvez consulter indépendamment les résultats de chaque région en téléchargeant les synthèses expérimentales sur les sites portail de chacune des Chambres régionales :



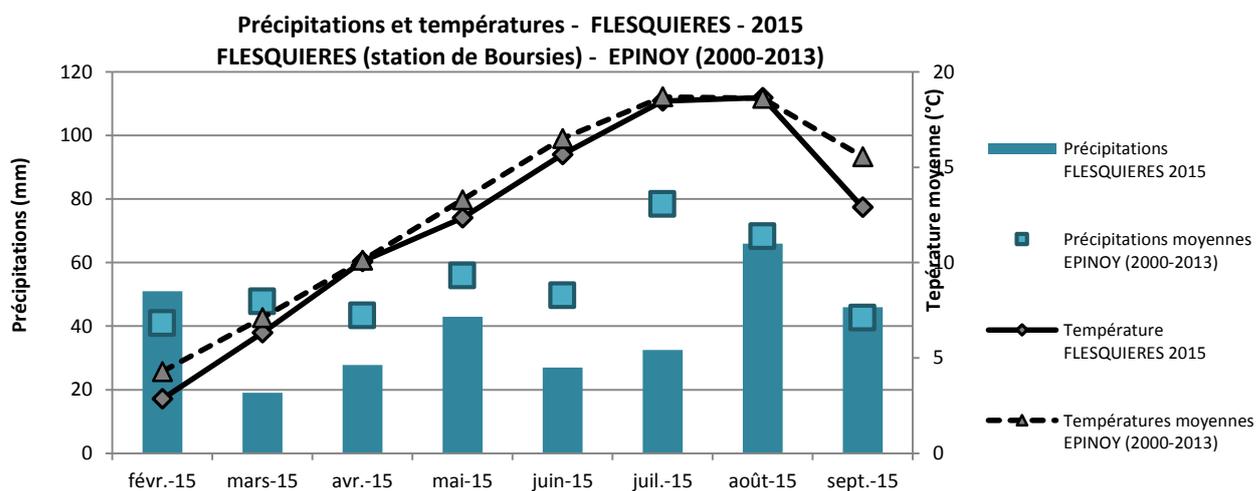
Synthèse 2015 à paraître prochainement

Des scénarios climatiques voisins entre les différentes régions

En Picardie, l'année 2015 se caractérise par un déficit hydrique marqué et des températures au-dessus des normales à l'automne et au printemps.

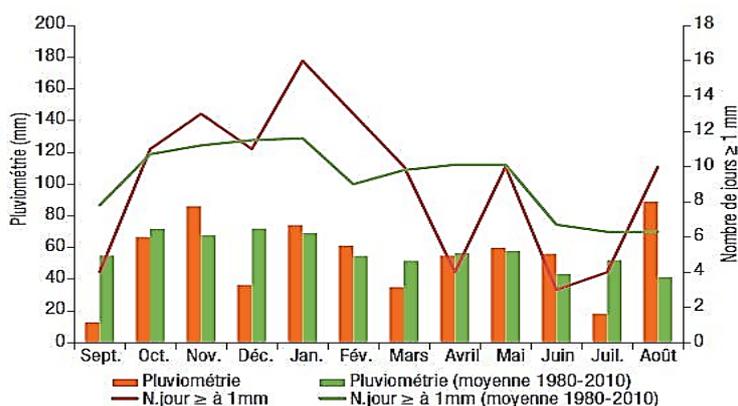


Dans le Nord Pas de Calais, le scénario climatique au printemps est voisin.



Dans les Pays de la Loire, l'automne et l'hiver sont également favorables à la mise en place des cultures. Au printemps, un climat chaud (mars avril puis juin juillet) conduit à des récoltes express !

Pluviométrie moyenne mensuelle et nombre de jours avec une pluviométrie \geq à 1 mm Septembre 2014 - août 2015 Station d'Angers



Les faits marquants de la campagne bio 2014–2015.

À l'automne Les implantations de céréales sont favorisées par le temps doux et le faible régime de pluies. Les semis commencent en 3^{ème} décade d'octobre et se poursuivent dans de bonnes conditions en novembre. Les essais implantés à cette époque sont marqués par des pertes de pieds assez faibles.

Décembre et janvier sont deux mois marqués par la douceur, qui permettent aux jeunes céréales de se développer.

Mi-mars, le temps sec permet d'intervenir sur des sols peu refermés. Les semis de printemps se réalisent en bonnes conditions mais les levées sont freinées par le temps sec. En avril, le temps sec se maintient et limite les relevées d'adventices.

Les conditions du mois de **mai, avec le retour des pluies**, permettent aux cultures d'hiver de compenser leur faible développement. L'épiaison intervient avec quelques jours d'avance par rapport à la normale.

Les conditions de remplissage des cultures d'hiver sont dans l'ensemble favorables.

Fin juin, début juillet, les températures maximales excèdent les 30°C. Les cultures de printemps moins enracinées et plus tardives subissent de plein fouet le stress hydrique. La répartition des pluies est inégale.

En Picardie, Beauvais est un poste climatique impacté par le déficit en eau. Dans le Nord, le déficit est également significatif, la région bénéficie d'un ensoleillement de 30 % supérieur à la normale.

Le déficit hydrique n'a donc pas impacté les associations légumineuses + céréales d'hiver. A la moisson, les rendements sont globalement bons à exceptionnels.

Pour les associations de printemps, le même scénario climatique se révèle plus critique. Si les céréales ont des rendements satisfaisants. Les féveroles subissent le stress climatique et sont fortement pénalisées lors de la nouaison puis au remplissage des grains.

Localisation des références association en 2015.

En Pays de la Loire, les essais sont disposés en plusieurs sites. En Loire Atlantique (commune de Rougé), dans le Maine et Loire (Ferme de Thorigné d'Anjou et à la Pommeraye). Les informations sur l'année climatiques proviennent de la station d'Angers, proche des 3 sites d'expérimentation. Les essais association portent sur des lupins, des pois et des féveroles d'hiver associé avec des plantes compagnes. Au printemps, les protéagineux de printemps et le soja font également l'objet d'essais en association.

En Normandie, les associations portent un enjeu essentiel, enrichir les concentrés fermiers en protéines. A Tracy Bocage (Projet Reine Mathilde, Calvados), les associations ont été implantées en parcelles de 36 m², sans répétition sur un damier. L'objectif est de repérer les associations qui permettent de récolter une part importante de protéagineux, qui présentent des risques de verse limités et une bonne compatibilité à la récolte.

Dans le Nord Pas de Calais, trois plateformes ont été mises en place au printemps 2015 (à Bourthes dans le Pas de Calais, à Flesquières et Dimont dans le Nord). Seuls, les essais réalisés dans le département du Nord sont récoltés et présentés dans cette synthèse. Les essais protéagineux biologiques de printemps ont pour objectif de comparer la productivité des cultures de protéagineux, seules ou associées à différentes plantes compagnes, et de tester la mise en culture de variétés très précoces de soja..

En Picardie, la plateforme association « légumineuses – céréales » est implantée dans le département de l'Oise, sur la commune de la Chaussée du bois d'Ecu. Un hiver doux et un printemps sec ont été favorable à l'ensemble des associations semées à l'automne. Des comparaisons sont proposées avec les mêmes espèces au printemps.

Vous trouvez dans le tableau ci-contre, les informations sur les itinéraires techniques de chacun des essais pris en compte pour rédiger ce document.

Informations sur les essais

	Picardie		Nord		Pays de Loire			Normandie	
Lieu :	La Chaussée du Bois d'Ecu (60)		Dimont (59)	Flesquières (59)	Rougé (44)	Rougé (44)	Thorigné sur Anjou (49)	La Pommeraye (49)	Tracy le Mont (14)
Agriculteur :	Emmanuel Rouyère		JF, N et G Harlet	Emmanuel Leveugle	Bertrand Gautron	Bertrand Gautron	Ferme expérimentale	Gaec La Haute Roue	Ferme projet Reine Mathilde (vitrine)
Responsable :	Gilles Salitot		Alain Lecat et Robin Guilhou		François Boissinot			Amandine Guimas et Thierry Métivier	
Type de sol :	Limon profond		Limon argileux	Limon profond	Limon sablo arg. 18 % A		Limon s. arg. 14 % A	Limon argileux	Limon argileux
Précédent :	Grand épeautre		Mais ensilage	Blé	Blé		Prairie temporaire	Triticale pois + RGI	Prairie temporaire
Ante précédent	Betteraves rouges		Prairie temporaire	Luzerne (2 ans)					Prairie temporaire
	Association d'automne	Association de printemps	Association de printemps	Association de printemps	Association d'automne	Association de printemps		Association automne	Association printemps
Espèces	Féverole, pois	Féverole, pois, lupin et soja	Lupin, féverole, pois et soja		Lupin, féverole et pois	lupin	Lupin, féverole et pois	Soja	Lupin, féverole et pois
Préparation semis	Labour + H. rotative. Semis le 6 novembre 2014	Labour fin février H. rotative et semis le 13 mars 2015	Labour + H. rotative Semis le 23 mars 2015 1 faux-semis pour le soja Semis 11 mai 2015	Labour + H. rotative Semis le 10 mars 2015 2 faux-semis pour le soja Semis 18 mai 2015	Labour + H. rotative Semis 30 oct. 2014	Labour + H. rotative Semis 12 mars 2015	Labour + H. rotative Semis 12 mars 2015	Semis soja 15 mai 2015 et plantes compagnes le 20 mai 2015	Semis des protéagineux le 21 nov. 2014 puis des céréales avec la herse étrille équipée d'un semoir
Reliquat azoté sortie hiver	95 u N/ ha sur 90 cm	80 u N/ ha sur 90 cm	Azote limitant	Azote non limitant	70 u. N/ha sur 0-90 cm		76 u. N/ha sur 0-90 cm	57 kg/ha	
Désherbage :	Pas de désherbage mécanique, propre	2 passages de houe rotative (15 et 28 avril 2015)	Très propre	Relativement propre	1 passage herse étrille en aveugle	1 passage herse étrille en aveugle. Nombreuses adventices au semis	Aucun	Herse étrille en aveugle et binage avant la couverture du sol	Pas de désherbage
Date de récolte	31 juillet 2015	6 août 2015 Essai soja abandonné dégâts lièvre	1 ^{er} et 2 juillet ensilage puis 10 août (lupin bleu et pois) 10 sept. (lupins blancs et féverole) et 1 ^{er} oct. soja	29 juillet (lupin bleu et pois) 9 sept. (lupins blancs et féverole) et 1 ^{er} oct. soja	16 juillet 2015 (féverole et pois) et essai abandonné (lupin)	Essai non récolté	21 juillet 2015 (féverole), 3 août 2015 (lupin) et essai abandonné (pois, dégâts sangliers)	12 octobre 2015	7 septembre



Essais féverole d'hiver associée

Des objectifs et des situations initiales proches ...

Deux essais féveroles d'hiver associées à des céréales peuvent être rapprochés, celui mis en place en Loire Atlantique et celui conduit dans l'Oise. Ils reposent sur des objectifs communs : maîtriser la production de féverole d'hiver et plus particulièrement le développement d'adventices en limitant le recours au désherbage mécanique. Dans les deux cas, les parcelles bénéficient de bonnes conditions d'implantation et d'une offre en azote pour les céréales au printemps élevée (Reliquats sortie hiver de 70 et 95 u. N/ha sur 0-90 cm).

... mais des modalités testées sensiblement différentes

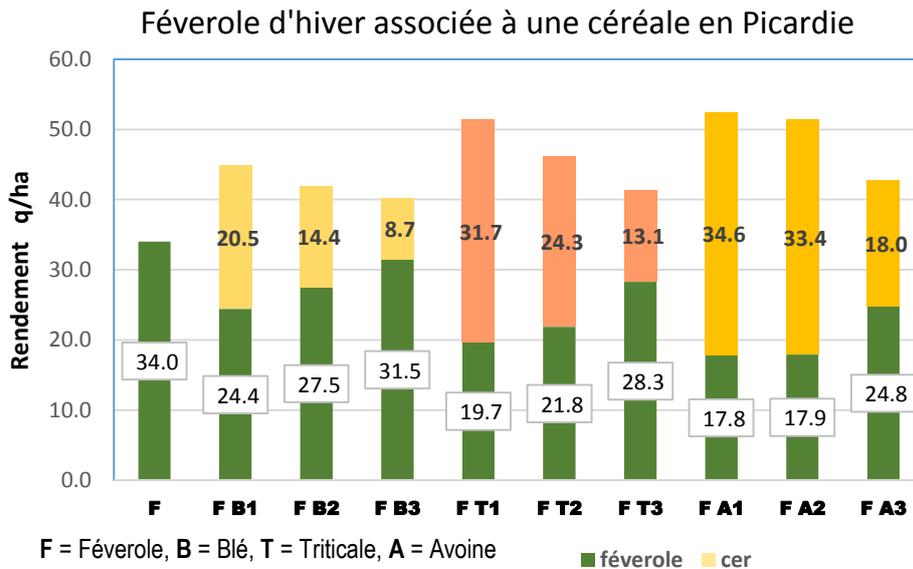
En Loire Atlantique, les associations sont construites sur la base d'un modèle additif. C'est-à-dire que dans une association, la féverole est semée à la même densité que celle de la féverole cultivée en pur, soit 40 gr/m². Ensuite, dans chaque association, on ajoute une céréale (blé, seigle, épeautre, avoine ou orge) à 100-110 gr/m² (soit 30% de la densité de la céréale semée en pur) ou un autre protéagineux (pois fourrager).

En Picardie, les associations sont construites sur la base de 60 % d'une densité pure de féverole (soit 24 grains/m²) associée à des densités croissantes de céréale (15, 30 ou 50 % d'une densité normale). Trois céréales sont comparées :

- l'avoine, une espèce tardive mais plutôt couvrante,
- le triticale, une espèce précoce,
- le blé, une espèce de précocité intermédiaire et de pouvoir couvrant plus limité.

Des différences notables à la récolte

Dans l'Oise, le rendement de la féverole associée est inversement proportionnel à la densité de semis de la céréale. Au regard du rendement obtenu sur la parcelle cultivée en féverole seule, il y a concurrence de la céréale sur la féverole, comme le laissait présager les observations en végétation (notamment la hauteur des couverts).



F = 40 grains/ m² ou 24 si associé

Densité forte céréale (B1 ou T1 ou A1)
160 grains/m²

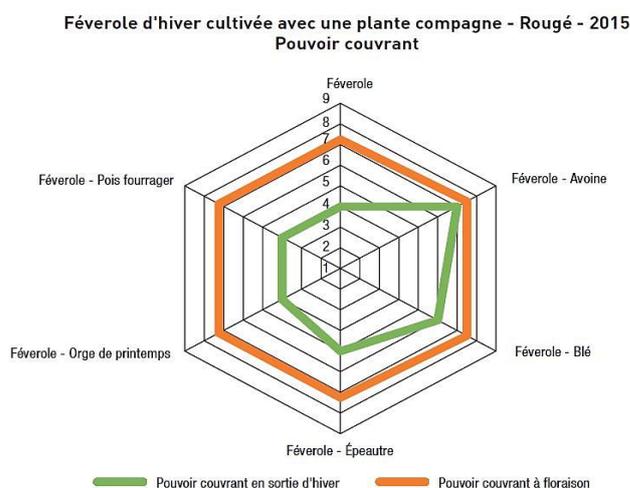
Densité intermédiaire céréale (B2 ou T2 ou A2)
100 grains/m²

Densité faible céréale (B3 ou T3 ou A3)
40 grains/m²

Densité majorée de 20 grains pour le blé

L'avoine (Dalguise) et le triticale (Vuka) se distinguent du blé (Skerzzo), par une concurrence plus importante en végétation. La disponibilité élevée de l'azote pour les céréales est le 1^{er} facteur explicatif de ces résultats. A noter que dans les conditions de l'été 2015 sec, la maturité des céréales était en retard par rapport à celle des féveroles.

En Loire Atlantique, la densité de semis des céréales (110 gr/m²) peut-être rapprochée de la densité intermédiaire sur les modalités ci-dessus. En sortie hiver, l'avoine présente le meilleur pouvoir couvrant, suivie du blé et de l'épeautre.



Le gain de couverture du sol permit par les associations de culture ne s'observe pas à la floraison du fait d'un développement végétatif important de la féverole d'hiver cette année.

Pour autant, la plupart des céréales associées sont quasi absentes à la récolte (orge, épeautre et blé). Les plantes compagnes n'ont donc pas pénalisé le rendement du protéagineux. Seule l'association avec de l'avoine permet de constater un effet concurrence sur le rendement de la féverole par l'avoine.

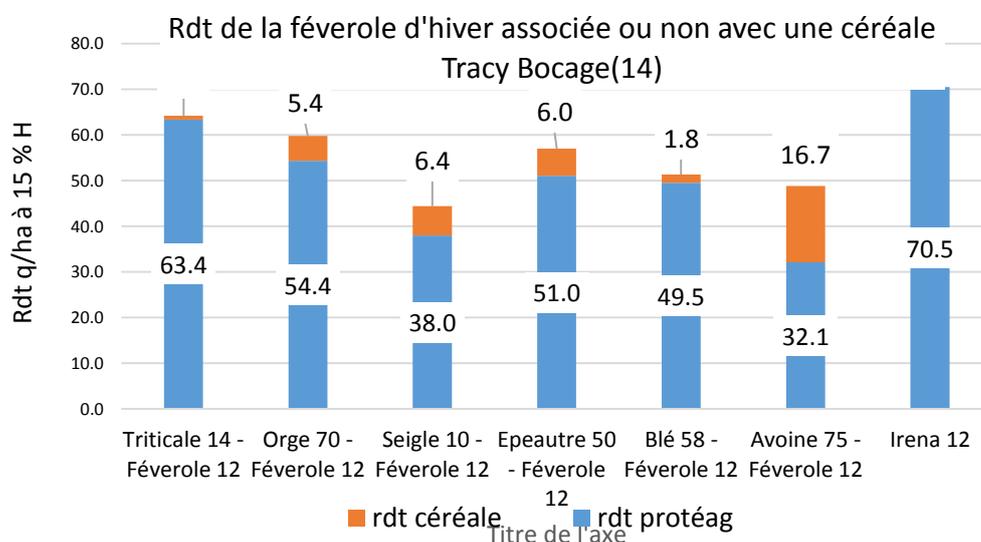
Modalité	Tiges/m ²	Rendement Total à 15%H (q/ha)	Classement statistique*	Rendement Féverole à 15%H (q/ha)	Classement statistique*	Rendement Plante Compagne à 15%H (q/ha)	PMG	Teneur en protéines
Féverole - Orge de printemps	35	49,1	A	49,1	A	0,0	491	24,1
Féverole - Seigle	31	47,2	A	47,2	AB	0,0	485	24,9
Féverole - Epeautre	38	47,2	A	46,3	AB	0,9	491	24,3
Féverole	35	46,3	A	46,3	AB	-	509	23,6
Féverole - Blé	32	46,2	A	44,2	B	2,1	490	24,2
Féverole - Avoine	40	51,5	A	40,7	C	10,8	482	24,1
Féverole - Pois fourrager	33	38,0	B	32,9	D	5,1	476	25,3

*Test de Newman-Keuls au seuil de 5%

En Normandie, à l'image des essais récoltés en Pays de Loire, le rendement des céréales associées à la féverole d'hiver est faible. La féverole seule à 12 plantes / m² produit près de 70 q/ha !

Seule, l'avoine se distingue par une présence significative à la récolte. Dans ce cas, c'est le rendement de la féverole qui est pénalisé.

A noter, la très faible densité levée du triticale (14 plantes/m²)
L'orge est notée logiquement comme trop précoce par rapport à la maturité



des féveroles. Les autres céréales font preuve d'une bonne capacité d'association (hauteurs proches et maturités similaires).

Ce qu'il faut retenir ...

La disponibilité en azote pour la céréale dans l'association est un paramètre important. Elle contribue à augmenter la compétition de la céréale sur la féverole. Cette concurrence s'exerce progressivement à partir du mois d'avril et permet de conserver à l'approche de la moisson, une couverture suffisante du sol pour limiter l'évolution tardive des adventices quand la féverole perd ses feuilles.

Entre les différentes espèces de céréales, on situe facilement une hiérarchie sur ce critère. **L'avoine est plus couvrante que le triticale qui est plus couvrant que le blé et l'épeautre.** Attention toutefois à ne pas oublier le critère variétal. Le choix du profil de la variété (pouvoir couvrant, précocité...) influence grandement le comportement de l'association.

Dans les conditions de l'année culturale 2014-2015, l'intérêt de l'association se trouve limité par un printemps sec peu favorable au développement des adventices. Il reste qu'au tri des échantillons (essai en Picardie), le taux de déchets de la féverole pure (15.4 %) reste plus élevé que celui de la même féverole associée à une céréale (8 à 9 %)

La densité de la féverole d'hiver et son développement régulier au printemps constitue en année favorable des facteurs positifs pour accroître le pouvoir couvrant de la culture. Le modèle additif de construction de l'association offre d'avantage de garantie sur le peuplement de la féverole mais limite dans les conditions favorables de 2015, l'intérêt de l'association. La densité de 40 grains/m² est élevée au regard des références acquises sur la capacité de compensation de la culture.



Essais pois d'hiver associés

Des associations au service du pois d'hiver

Les pois d'hiver présentent un intérêt comparés aux pois de printemps. Ils couvrent le sol au mois d'avril quand les levées d'adventices printanières entrent en jeu. Pour autant, à l'approche de la moisson, la culture offre progressivement des entrées de lumière qui vont permettre aux adventices d'évoluer à nouveau pour concurrencer le pois d'hiver à un stade important, la mise en réserve des grains.

En limitant le risque de verse, les associations contribuent à maintenir le pouvoir couvrant de la culture et facilitent la moisson. L'effet tuteur est très net comme le montrent les photos ci-dessous.



Pois d'hiver seul



le 29 juillet 2015 en Picardie

Pois d'hiver associé à 100 gr/m² triticale

Des modalités proches

A l'image des essais précédents sur féveroles d'hiver, les associations de pois avec une céréale ont fait l'objet de trois essais conduits en région Pays de la Loire, en Normandie et en Picardie. Les mêmes objectifs sont proposés par les expérimentateurs :

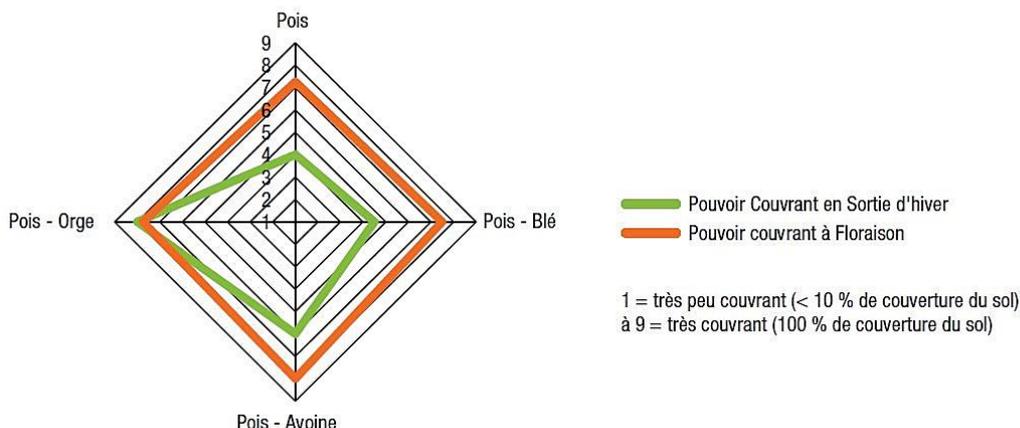
- **Comparaison en Pays de la Loire** d'une modalité pois d'hiver variété ENDURO à la densité de 90 grains/m² avec 3 associations pois – céréales (blé, orge et avoine) sur la base d'une densité de 100 grains/m² (Rougé – 44)
- **Comparaison en Picardie** d'une modalité de pois d'hiver variété AVIRON à la densité de 80 grains/m² avec 3 associations pois – céréales (blé, triticale et avoine) à 3 densités 40 – 100 et 160 grains/m² (La Chaussée du bois d'Ecu – 60)
- **Comparaison en Normandie** d'une modalité de pois d'hiver variété ISARD à la densité de 54 grains/m² avec 6 associations pois-céréales ; orge d'hiver, avoine, triticale, seigle et épeautre (base 180 grains/m²) et. du blé à 210 grains/m².

Les deux premiers essais bénéficient d'un contexte favorable (faibles pertes à la levée, reliquat azoté sortie hiver élevé). En Normandie, la levée des céréales semées à la volée après le pois est très aléatoire. En dépit des densités de semis élevées, les populations sont très faibles (10 à 15 pieds/m² pour le triticale, le seigle et faibles pour l'orge, le blé, l'épeautre et l'avoine (50 à 75 pieds/m²))

Pouvoir couvrant selon les modalités

En Pays de la Loire, les notations réalisées sortie hiver montrent, que l'orge et l'avoine permettent d'améliorer considérablement la couverture du sol.

Pois d'hiver cultivé avec une plante compagne - Rougé - 2015
Pouvoir couvrant

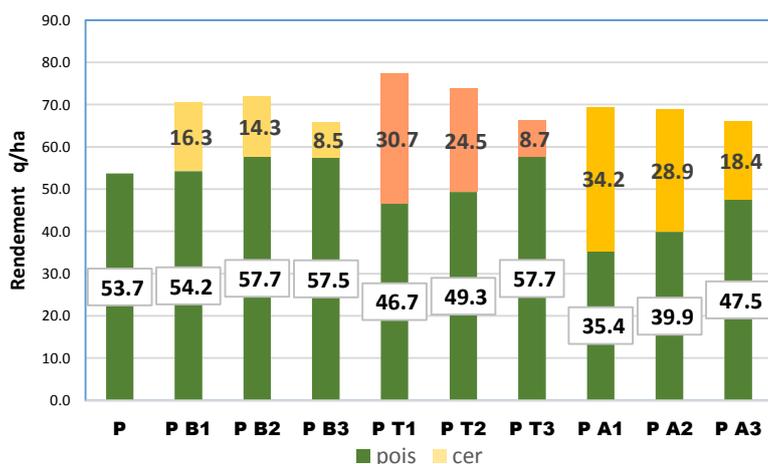


En Picardie, on observe également une relation logique entre densité de semis et pouvoir couvrant. Le triticale semble disposer mi-avril d'un pouvoir couvrant au sol supérieur au blé et à l'avoine plus tardive.

Résultat récolte pois protéagineux

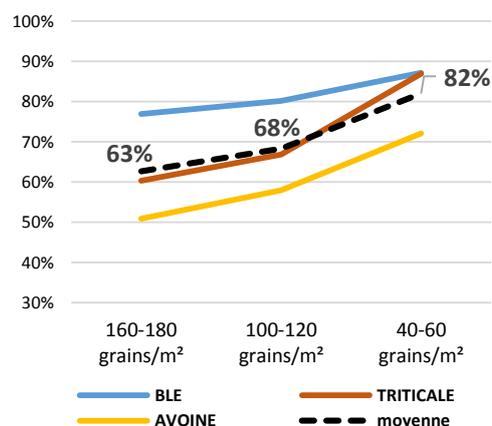
En Picardie, le rendement en absence de facteur limitant, dépasse 50 q/ha pour le pois d'hiver. Les pertes au sol sont négligeables en dépit d'une récolte retardée par des céréales qui mûrissent tardivement. Seules les associations avec le blé permettent d'augmenter sensiblement le rendement des pois protéagineux. Cela s'explique dans ce cas par un niveau de perte à la récolte plus limité des pois. Pour le triticale et l'avoine, concurrentielles sur le pois, la proportion de la légumineuse à la récolte dépend de la densité de semis.

Picardie - Pois prot. d'hiver
associé à une céréale à 3 densités



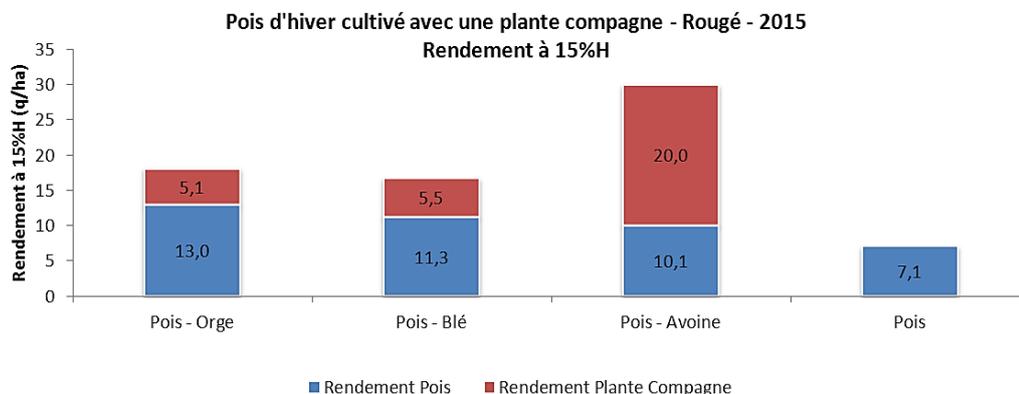
1 = 160 -180 grains ; 2 = 100 -120 grains ; 3= 40-60 grains

Proportion de pois prot. d'hiver
à la récolte

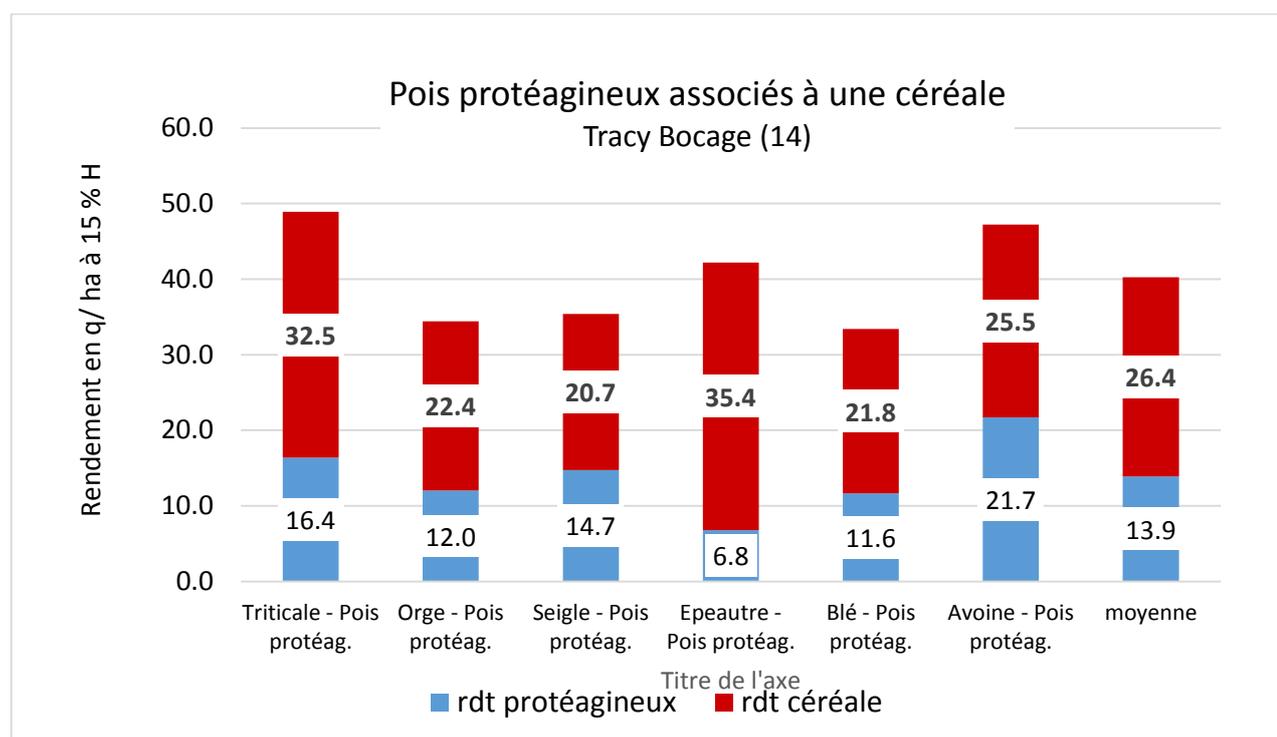


En Loire Atlantique, le rendement du pois cultivé en pur a été fortement pénalisé par la verse à maturité (verse de 95%), il n'est que de 7,1 q/ha, ce qui est très faible.

L'avoine et l'orge ont eu un rôle de tuteur performant et ont permis de diminuer d'au moins de moitié le phénomène de verse. Dans ces conditions, les modalités associées présentent toutes un rendement plus élevés pour le pois associé que cultivé seul.



En Normandie, la parcelle de pois protéagineux seule n'a pu être récoltée, à cause de la verse ! La bonne disponibilité en azote pour les céréales permet à ces dernières de réaliser des rendements satisfaisants au détriment des pois protéagineux. A l'exception de l'orge d'hiver Séduction, les céréales sont notées trop tardives par rapport à la maturité du pois.



Pois protéagineux d'hiver ou pois fourrager ?

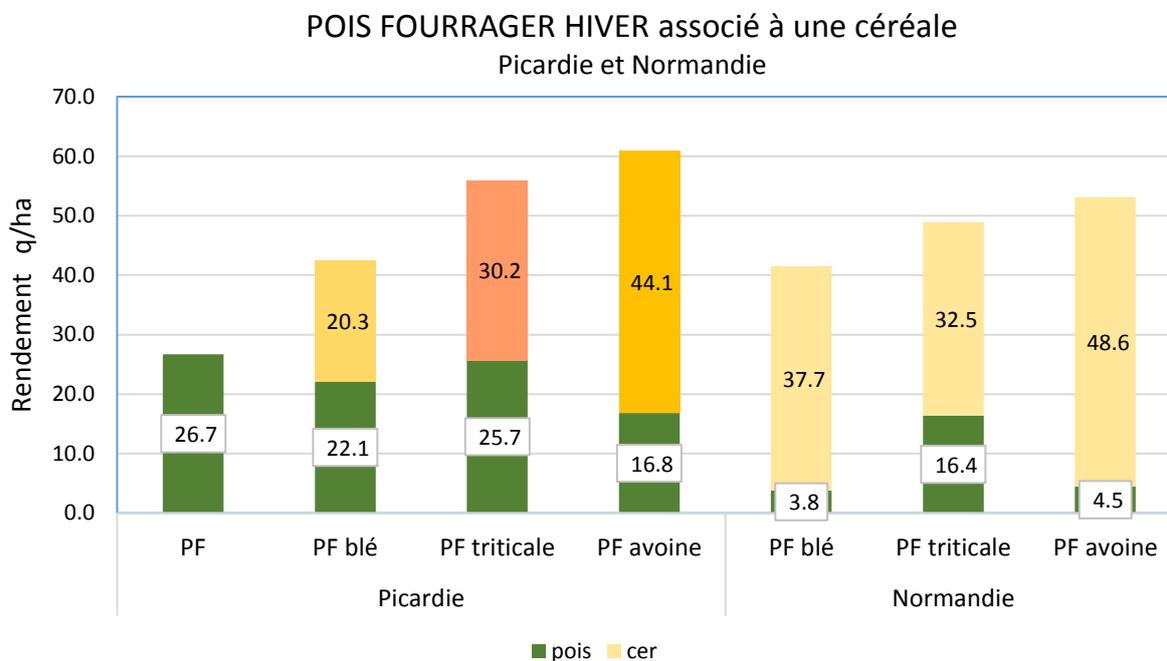
Nous disposons d'une comparaison entre les deux espèces sur deux plateformes d'essais (Tracy Bocage et La Chaussée du Bois d'Ecu).

Rendement et proportion moyenne des pois associés au triticale (60 et 14)

	Rdt pois	% pois	Rdt céréales
Pois fourrager + triticale	13.5	35	24.9
Pois Protéagineux + triticale	32.9	54	28.5

On observe que le rendement des pois fourragers est inférieur à celui des pois protéagineux de 20 quintaux. Pour autant, le rendement des céréales associées n'est pas différent ! La résultante est une proportion plus élevée de pois protéagineux à la récolte.

Quelle céréale associer au pois fourrager ?



Le triticale est le tuteur le mieux adapté aux pois fourragers. La variété de blé Skerzso est un mauvais tuteur pour le pois par sa hauteur limitée. L'avoine est un tuteur qui a fortement concurrencé le protéagineux.

Ce que l'on peut retenir ...

Cultivé avec du pois protéagineux, l'orge, le blé, le triticale et l'avoine, sont des plantes compagnes qui améliorent la couverture du sol et limitent le risque d'invasion par les adventices. La maîtrise du risque de verse à la récolte est un atout supplémentaire en faveur des associations. Elles constituent une assurance récolte.

Enfin, les modalités associées permettent de sécuriser la production, grâce au rendement de la plante compagne qui peut aller jusqu'à 20 – 30 q/ha (avoine et triticale). Dans ce cas, le rendement du pois est en retrait. Le pois d'hiver se récolte tôt dans l'été. Il est important d'associer des céréales d'hiver qui ont un cycle plus court (orge d'hiver, triticale ou blé précoce). L'avoine en dépit de son pouvoir couvrant n'est pas adaptée car trop tardive et présente un effet tuteur moindre. Elle se révèle plus concurrentielle que les autres céréales.

Le blé représente un très bon compromis assurance verse et couverture du sol à la densité intermédiaire de 120 grains/m².



Essais féverole de printemps associée

Un réseau avec des approches complémentaires

Dans les quatre régions, les essais ont en commun de tester l'intérêt des associations féverole de printemps-céréales par comparaison à de la féverole seule. Il est à noter que le choix des densités de semis diffère sensiblement d'une région à l'autre.

Les différences sont plus nettes sur les densités de féveroles retenues dans les associations :

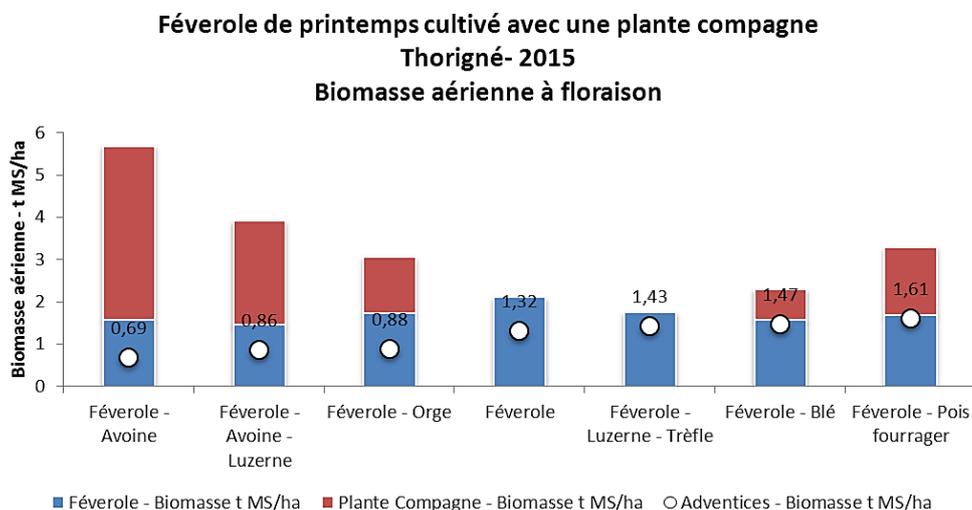
- Maintien du 40 grains/m² dans les Pays de Loire
- Baisse de la densité de 20 % en Picardie et dans le Nord, respectivement 32 et 40 grains/m²
- Baisse plus significative de 40 % de la densité en Normandie, 27 grains/m².

Le choix de composition des associations diverge également entre les expérimentateurs pour le choix des densités de semis des céréales associées à la féverole, comme le montre le tableau ci-dessous.

	Pays de Loire	Nord Pas de Calais	Picardie	Normandie
Céréales associées	Orge – Blé - Avoine	Triticale - Avoine	Triticale - Avoine	Triticale – orge - avoine
Densité céréales	75 gr/m ²	160 gr/m ² triticale 120 gr/m ² avoine	60, 100 et 140 gr/m ²	216 gr/m ²
Autres espèces associées	Luzerne + avoine, Luzerne + trèfle incarnat	Pois protéagineux (vocation ensilage)		Lupin blanc ou bleu, pois protéagineux

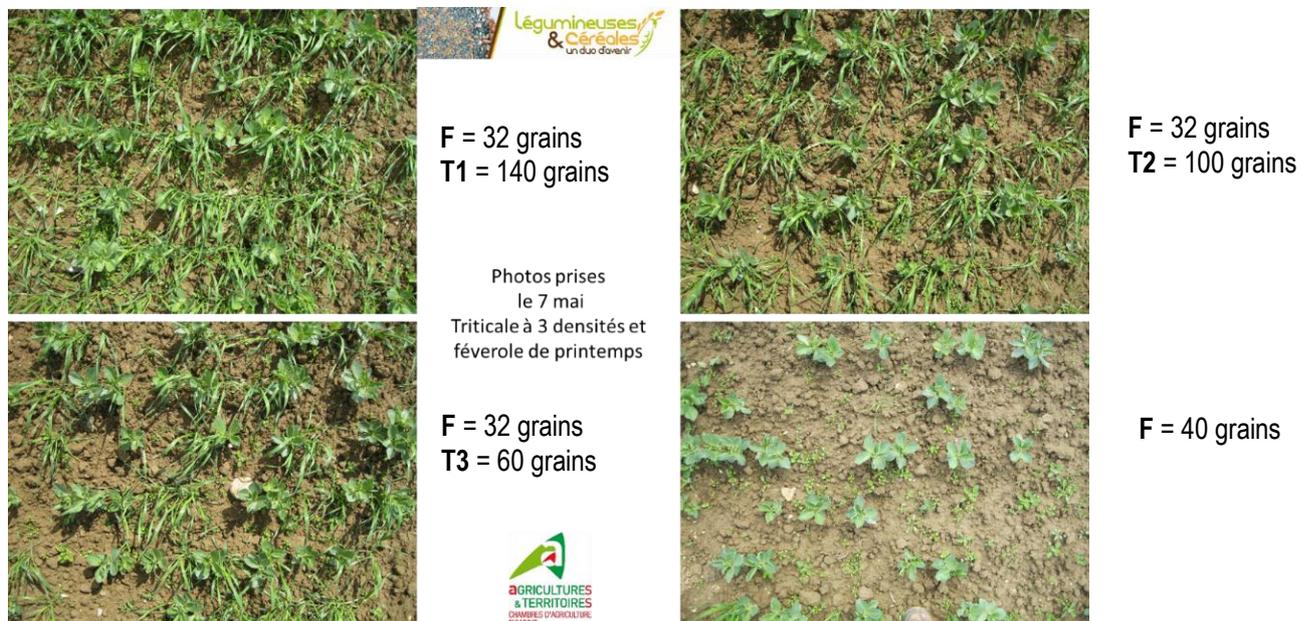
Le pouvoir couvrant des associations

Le printemps climatique chaud et déficitaire en eau, explique une part importante des résultats décevants de la culture de la féverole en 2015. La pression des adventices s'est trouvée également limitée.



L'avoine confirme quel que soit le lieu de l'expérimentation son intérêt pour la maîtrise de l'enherbement, L'orge présentent un effet similaire avec des densités de semis pourtant limitées (75 grains /m²). Cela ne se vérifie pas pour les associations avec le pois fourrager ou le blé.

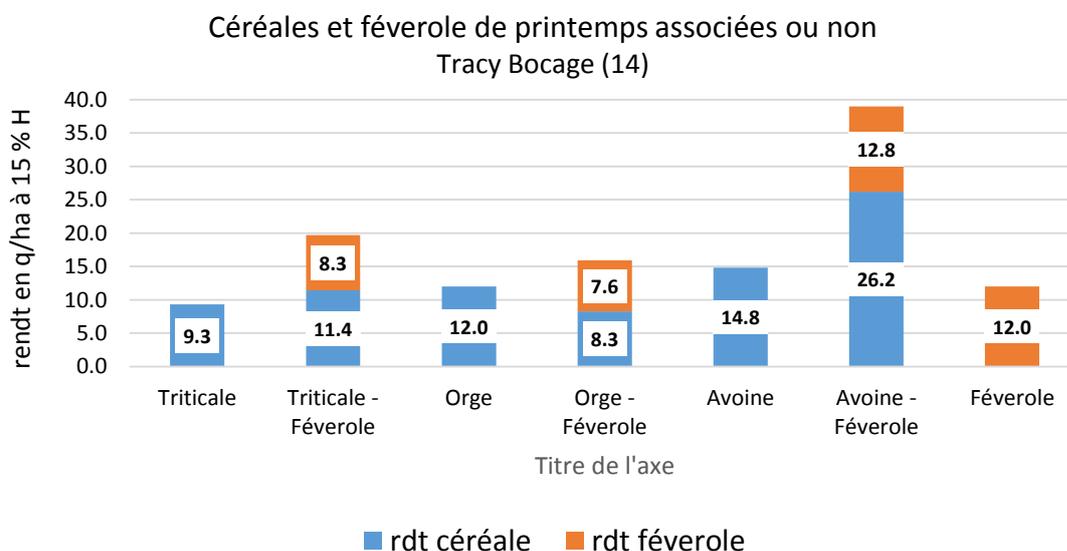
En Picardie, la couverture des sols est liée à l'espèce mais également- à la densité de semis de la céréale et à la disponibilité en azote importante au printemps. Le pouvoir couvrant des associations est jugé satisfaisant même pour des faibles densités de semis (60 gr/ m² soit 50 plantes levées). Pour illustration, les photos ci-dessous.



Un printemps 2015 défavorable à la féverole

Le rendement de la féverole de printemps s'échelonne de moins de 5 q/ha (Pays de Loire) à 20 q/ha (Picardie) pour atteindre les 40 q/ha à Dimont (Nord). Il dépend donc de l'intensité du stress en juillet. Les températures et le déficit pluviométrique ont moins impacté les féveroles en région nord. Ce même scénario climatique a convenu aux céréales de printemps, qui ont réservé en 2015 de bonnes surprises aux producteurs biologiques, avec des rendements réguliers au-delà de 50 q/ha.

En Normandie, les résultats récolte sont à considérer avec prudence par l'absence de répétition. Le rendement de la féverole seule est faible (12 q/ha). La céréale permet de compenser cette faible productivité. L'avoine associée est notée comme mieux développée que cultivée en pur. Cela se vérifie à la récolte.

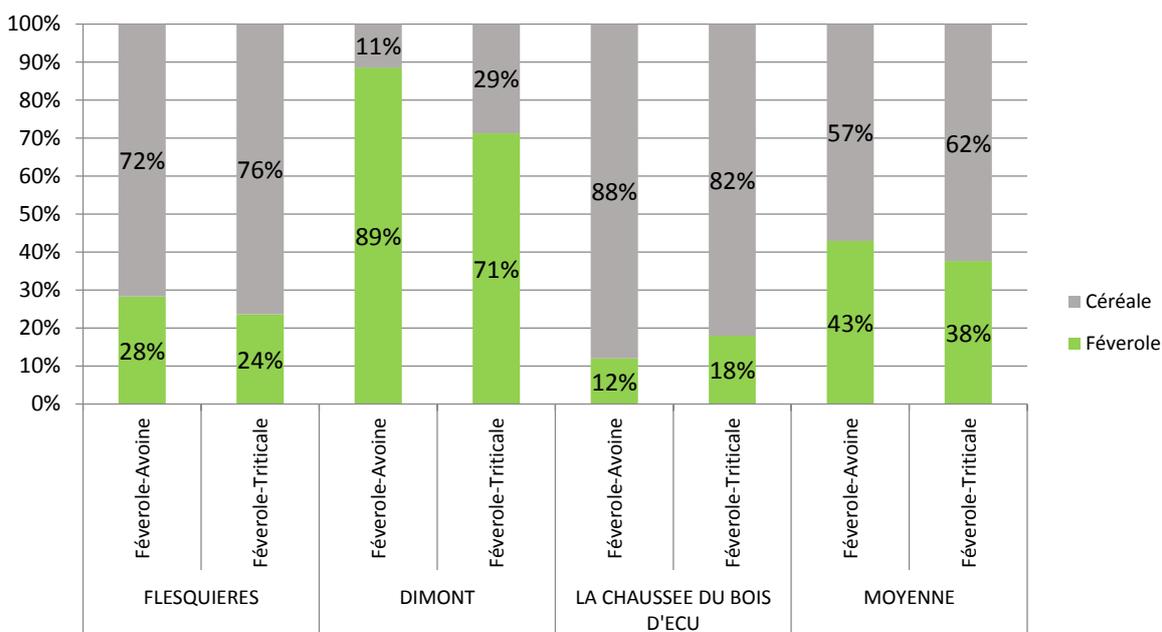


En région Nord et Picardie

Dans le Nord, les deux sites (Flesquières, antécédent luzerne et Dimont précédent maïs ensilage) montrent clairement que la disponibilité en azote pour les céréales a des répercussions directes sur la proportion de féverole et de céréale à la récolte : 26 % de féverole dans les mélanges sur le site à forte disponibilité en azote, contre 80 % sur le site où l'azote est limitant. En Picardie, autre situation disposant d'un reliquat sortie hiver élevé, le rendement des céréales s'échelonne de 30 à 35 q/ha à la plus faible densité (60 gr /m²) de triticale (FT3) ou d'avoine (FA3) ! Dans ces conditions, le rendement des féveroles chute de moitié.

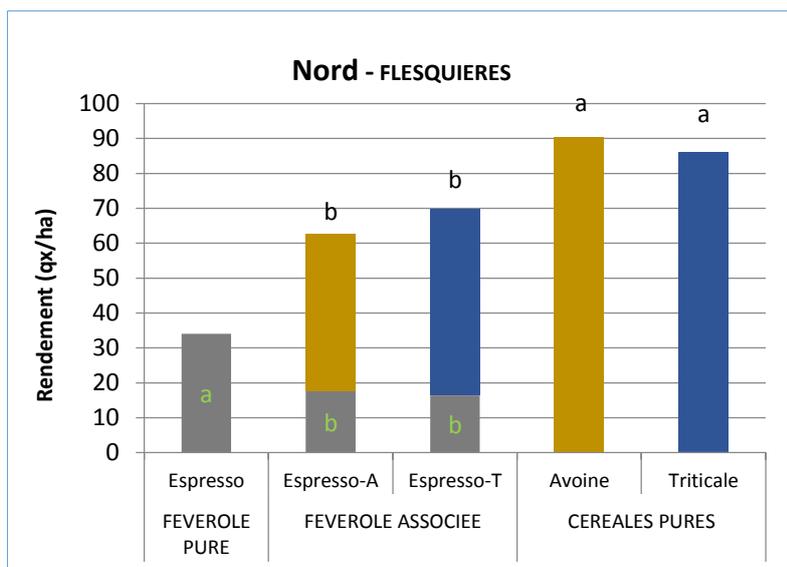
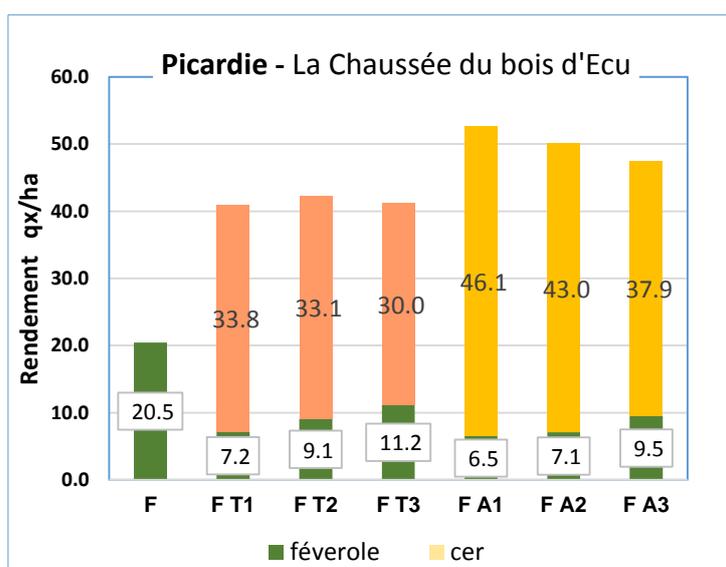
Proportion de féverole et de céréale par site - 2015

3 sites : 59 (2), 60



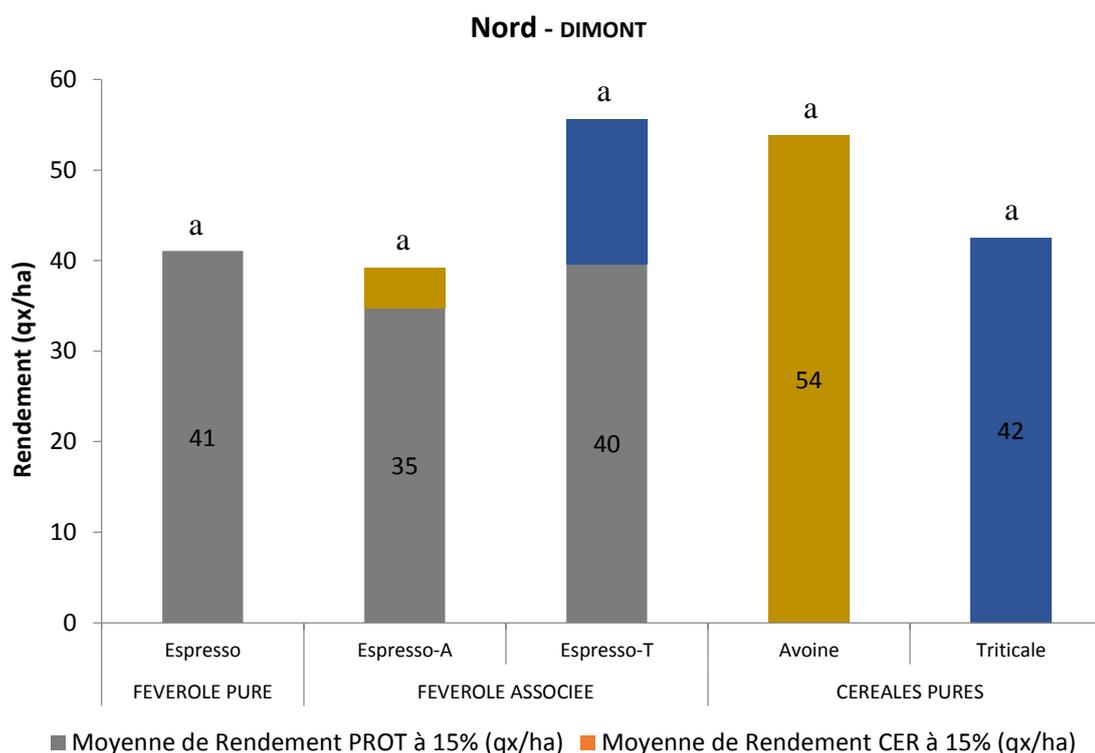
Résultats récolte

Deux situations avec une forte disponibilité en azote



T1 ou A1 = 140 grains/m² – T2 ou A2 = 100 grains/m²
T3 ou A3 = 60 grains/m²

Des rendements en céréales élevés !
Une situation avec faible disponibilité en azote



Ce qu'il faut retenir

On retiendra un effet très marquant de la disponibilité en azote sur la proportion de féverole à la récolte.

L'association avec une céréale permet une meilleure gestion de l'enherbement. L'avoine présente un intérêt marqué pour la maîtrise de l'enherbement de la féverole de printemps. Pour autant, elle se montre aussi concurrentielle et sa valorisation économique est limitée. Le triticale, mieux valorisé par la filière, permet d'augmenter le rendement de la parcelle même en situation où l'azote est limitant, tout en étant un peu moins concurrentiel que l'avoine dans les associations.

Dans le contexte climatique pénalisant pour la féverole, l'association permet de sécuriser la production d'un protéagineux au rendement aléatoire en agriculture biologique.

Dernière enseignement, il concerne l'approche économique. Les essais conduits dans le Nord Pas de Calais, nous apprennent que même si la féverole était en faible proportion (cas de Flesquières), la marge brute ne change pas d'un site à l'autre. Le gain de productivité apporté par la céréale compense le moindre résultat du protéagineux.



Pois de printemps associé

Des plantes compagnes pour les pois

Les essais « association pois protéagineux de printemps-céréales réalisés dans les 4 régions ont en commun d'associer des céréales à développement végétatif différent. Il s'agit de l'orge, du triticale et de l'avoine, plantes à fort développement végétatif et du blé.

	Pays de Loire	Nord Pas de Calais	Picardie	Normandie
Densité du pois protéagineux	90 grains/m² seul ou associé	100 grains/m² seul 80 grains/m² associé	80 grains/m² seul 64 grains/m² associé	80 grains/m² seul 48 grains/m² associé
Céréales associées	Orge – Blé - Avoine	Orge - blé - Avoine	Orge	Orge – avoine -triticale
Densité céréales	75 grains/m ² (20 % de la densité semée en pur)	180 grains/m ² blé (40 %) 132 grains/m ² orge (33 %) 120 grains/m ² avoine (33%)	60, 90 et 120 grains/m ² (soit 20 – 30 ou 40 % de la densité en pur)	216 grains/m ² soit 60 % de la densité en pur
Autres espèces associées			Orge 60 grains/m ² + caméline 2 kg Caméline 4 kg	

Il est intéressant de noter les différences sensibles de densité mises en place dans les différents sites. Il serait intéressant de rapprocher ces densités du nombre réel de pieds levés. Nous sommes dans l'ensemble sur des densités élevées au regard des capacités de compensation de la culture.

Pour les plantes compagnes, là également, il y a divergence de vue entre les expérimentateurs. 132 grains/m² d'orge de printemps représentent 33 % d'une dose de semis en région Nord et 45 % pour la Picardie.

Evolution comparée des stades des plantes

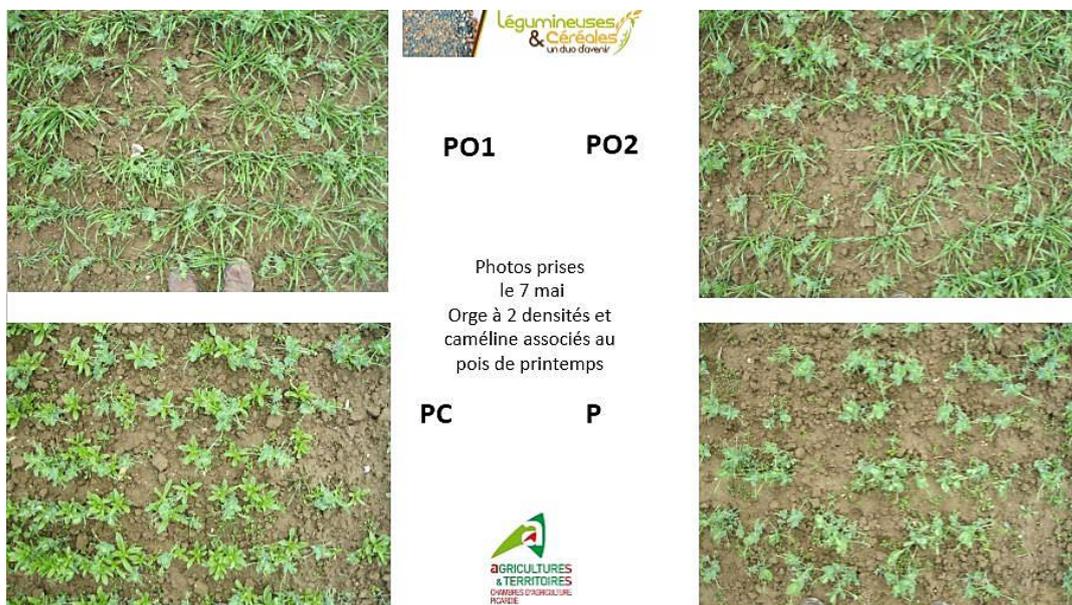
En Picardie, nous disposons d'informations sur l'évolution des plantes. Sur un semis le 13 mars (pois et céréales semés ensemble à 2-3 cm de profondeur). Variétés pois NITOUCHE – orge de printemps MILFORD (tardive) et caméline CALONA, voici les évolutions des stades :

13 mars	3 avril	13 avril	7 mai	1er juin	6 août
semis	levée des céréales	orge 2 f	orge plein tallage caméline 10 cm (6f)	orge fin gonflement caméline 1 ^{ère} silique	Récolte de l'association, retard sensible de maturité de l'orge par rapport au pois
	pois pointant		pois 7-8 feuilles	pois floraison 10%	

Le développement des deux couverts associés au pois protéagineux, orge et caméline correspond à l'évolution de la culture. La floraison du protéagineux coïncide avec l'approche de l'épiaison et la caméline forme ses 1ères siliques.

Pouvoir couvrant le 7 mai 2015

Au stade tallage, l'orge dispose d'un pouvoir couvrant important aux densités de 90 et 120 grains/m² (PO2 et PO1), les photos montrent que la caméline (PC) offre également un effet réduction sur le nombre des adventices par rapport au pois semé seul.

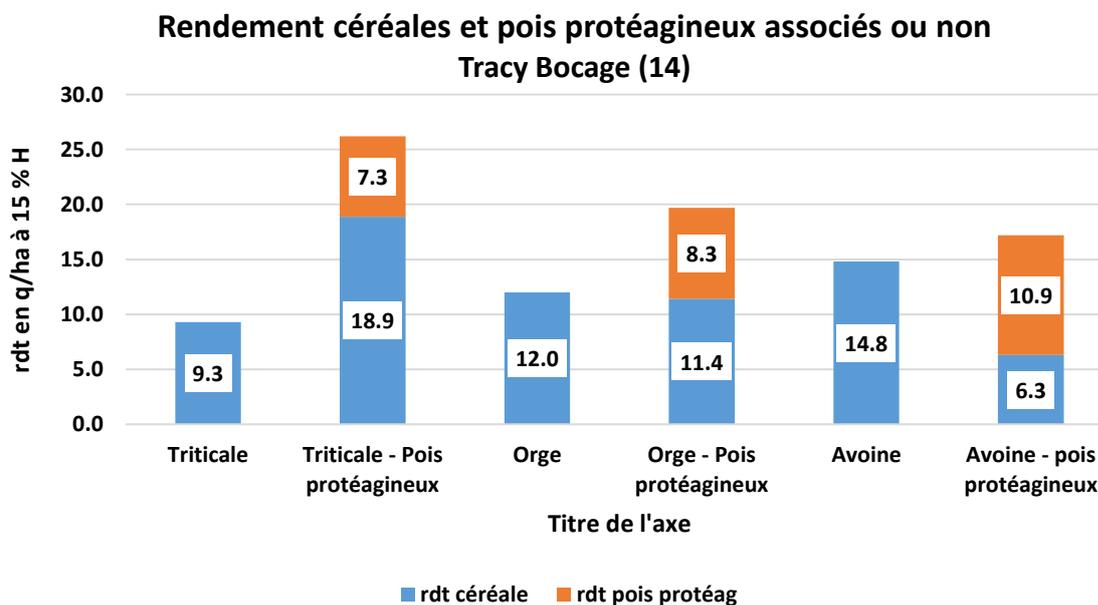


Fin juin, un gradient assez net est observé entre les trois densités d'orge avec à priori une forte concurrence de la céréale aux densités les plus élevées. La parcelle associant le pois à la caméline présente un aspect homogène. Le pois seul est concurrencé par la matricaire.

Résultat récolte

L'essai dans les Pays de la Loire a été abandonné suite à des dégâts de sangliers.

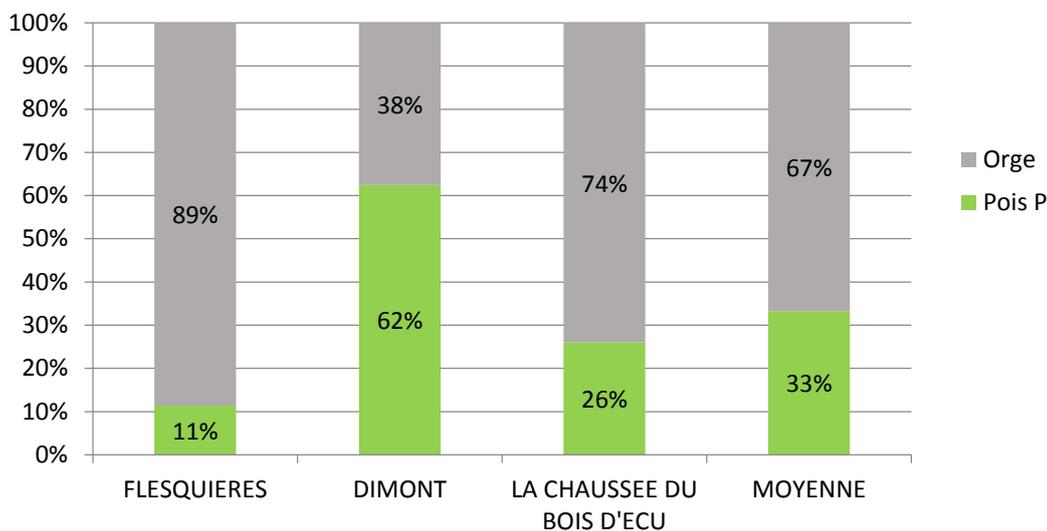
En Normandie, le dispositif en damier permet d'observer les résultats suivants : des rendements additifs avec des associations plus productives (triticale-pois, orge-pois). Une proportion de pois protéagineux peu différente entre les différentes céréales associées.



Dans le Nord, les essais de Flesquières et Dimont montrent des proportions inverses de protéagineux et de céréale à la récolte. Comme pour les féveroles implantées sur les mêmes sites, la disponibilité en azote au printemps a des répercussions importantes sur la proportion de chaque espèce au sein de l'association. L'avoine et l'orge exercent une concurrence plus élevée sur le pois dans tous les cas. A l'inverse, le blé impacte moins le développement des protéagineux.

Proportion de pois protéagineux et d'orge par site - 2015

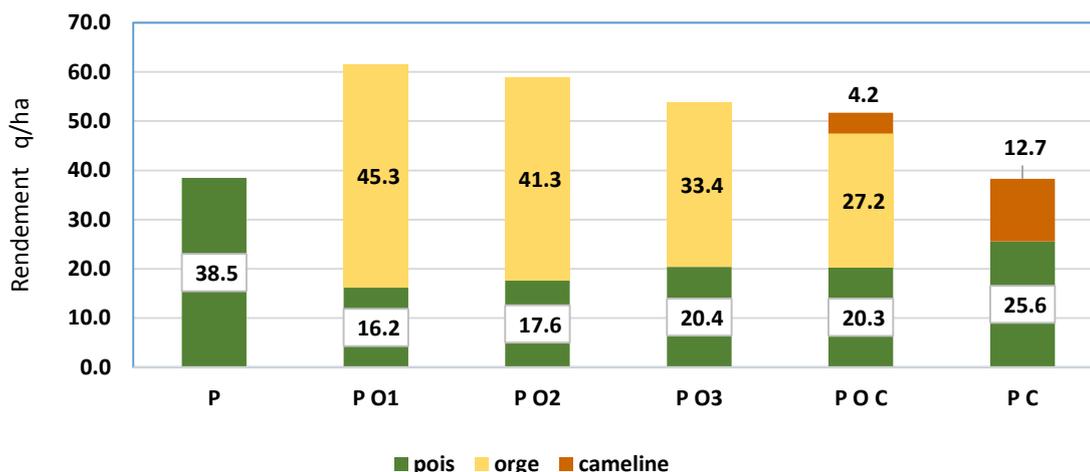
3 essais : 59 (2), 60



En Picardie, le pois de printemps est moins impacté que la féverole par le stress hydrique printanier. Pour autant, le pois de printemps est marqué par la concurrence forte de l'orge de printemps. La caméline est moins concurrentielle. Elle offre dans les conditions de cet essai une qualité suffisante en tant que plante tuteur.

Pois prot printemps associé à l'orge et/ou la caméline

PICARDIE

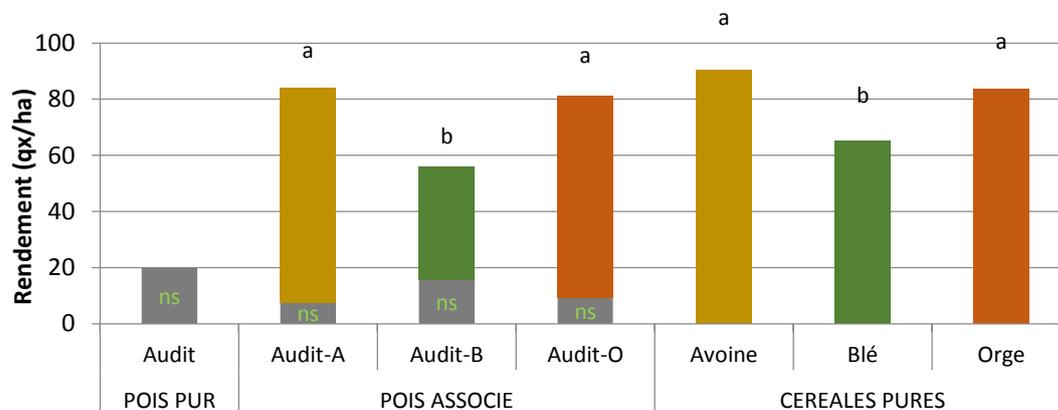


P = pois seul 80 grains/ m ²	PO1 = pois 64 gr + orge 120 grains/m ²	PO2 = pois 64 gr+ orge 90 grains /m ²
PO3 = pois 64 gr + 60 grains/m ²	POC = pois 64 gr+ orge 60 grains/m ² + caméline 2 kg	PC = pois 64 + 4 kg caméline

Dans le Nord, les résultats du 1^{er} essai de Flesquières peut-être rapproché de ceux obtenus en Picardie. Le rendement des céréales pures (de 60 à 85 q) témoigne de la forte disponibilité de l'azote dans la parcelle. La proportion de pois à la récolte est limitée, mais le rendement du pois dans les associations n'est pas significativement différent du rendement obtenu en pur.

Essai pois protéagineux de printemps associée - 2015 - FLESQLIERES

Chambre d'agriculture de Région 59-62

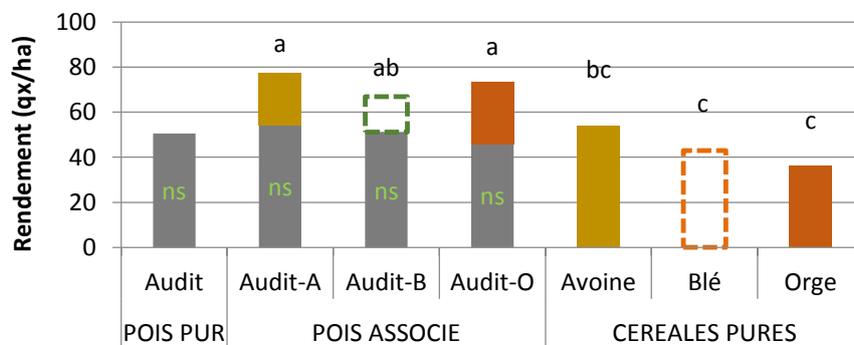


A Dimont, situation inverse avec une faible disponibilité de l'azote au printemps, le pois est majoritaire à la récolte. A noter également que le rendement du protéagineux pur est également plus élevé qu'à Flesquières. Moins d'azote, c'est également moins d'adventices !

Essai pois protéagineux de printemps associée - 2015

- DIMONT

Chambre d'agriculture de Région 59-62



Ce qu'il faut retenir

L'association du pois protéagineux de printemps avec une céréale permet une meilleure gestion de l'enherbement. Parmi les plantes compagnes, l'orge et l'avoine sont en présence d'azote, des plantes fortement concurrentielles de la culture. Il convient dans ce cas d'en limiter la densité.

Les céréales permettent également de limiter le risque de verse à la récolte des pois. Dans les conditions d'un printemps 2015 sec, ce facteur verse à la récolte n'a pas joué. Ainsi, la caméline, testée dans l'Oise comme plante compagne a offert une réponse suffisante comme tuteur, ce qui n'est pas le cas en année humide.



Lupin de printemps associé

Lupin blanc, bleu ou jaune

Le lupin est une culture peu développée en France et produite essentiellement pour l'autoconsommation en ferme. Elle est également valorisée en agriculture biologique par les fabricants d'aliments du bétail. Bien adaptée aux ruminants, la composition de sa graine est plus proche de la graine du soja que de celle du pois ou de la féverole.

Le bassin traditionnel de production du lupin blanc (*lupus albus*) se situe dans les régions de l'ouest de la France (Pays de la Loire). Dans le nord, ce lupin exigeant en chaleur est une culture très rare, pour lesquels des sols calcaires ne conviennent pas. Le lupin bleu (*lupus angustifolus*) représente une alternative par sa plus grande précocité et sa moindre sensibilité aux maladies. Les premiers essais sur ce lupin à feuilles étroites montrent qu'il est difficile à conduire seul sans herbicide. Les associations avec des céréales représentent une alternative technique pour développer le lupin bleu, même si ce dernier est moins riche en protéines que le lupin blanc.

Le lupin jaune (*lupus luteus*), à graine ronde proche de celle du lupin bleu, est le plus riche des trois en protéines. Sa valeur est même sensiblement plus élevée que le soja.

Objectifs

Les objectifs des essais mis en place sur les 4 régions sont de :

- Maitriser et maximiser la production de lupin de printemps (une alternative au pois)
- Sécuriser la production
- Maitriser le développement d'adventices sans avoir recours au désherbage mécanique

La conduite du lupin de printemps en association avec une plante compagne doit nous permettre d'atteindre ces différents objectifs.

	Pays de Loire	Nord Pas de Calais	Picardie	Normandie
Lupins testés (variété et densité semis en grains/m²)	Lupin blanc Féodora 60 Lupin bleu Boregine 90 Lupin jaune Mister 90 Même densité associé	Lupin blanc Féodora 50 seul (40 associé) Lupin bleu Mirabor 100 seul ou associé	Lupin bleu Boregine 100 seul et 80 en association	Lupin blanc Féodora 60 Lupin bleu Arabella 130 Lupin jaune Mister 130 60 % densité en associé
Céréales associées	Orge – Triticale - Avoine	Triticale - blé et Avoine pour lupin bleu	Orge	Orge – avoine -triticale
Densité céréales	75 gr/m ² 20 % de la densité	180 gr/m ² blé (40 %) 160 gr/m ² triticale (40 %) 120 gr/m ² avoine (33%)	60, 90 et 120 gr/m ² soit 20 – 30 ou 40 % de la densité	216 gr/m ² 60 % de la densité
Autres espèces associées	Luzerne trèfle incarnat, luzerne avoine avec le lupin blanc		Orge 60 + caméline 2 kg et Caméline 4 kg	

Le lupin, une culture vulnérable

Sur les 4 sites, on note que les lupins cultivés seuls ont totalement disparu à Tracy Bocage (14). Dans l'Oise, la pose à temps d'une clôture a permis de contrôler les lièvres. Dans le nord, les parcelles de lupin bleu et blanc ont subi les prélèvements dès la levée par les oiseaux.

Notation pouvoir couvrant

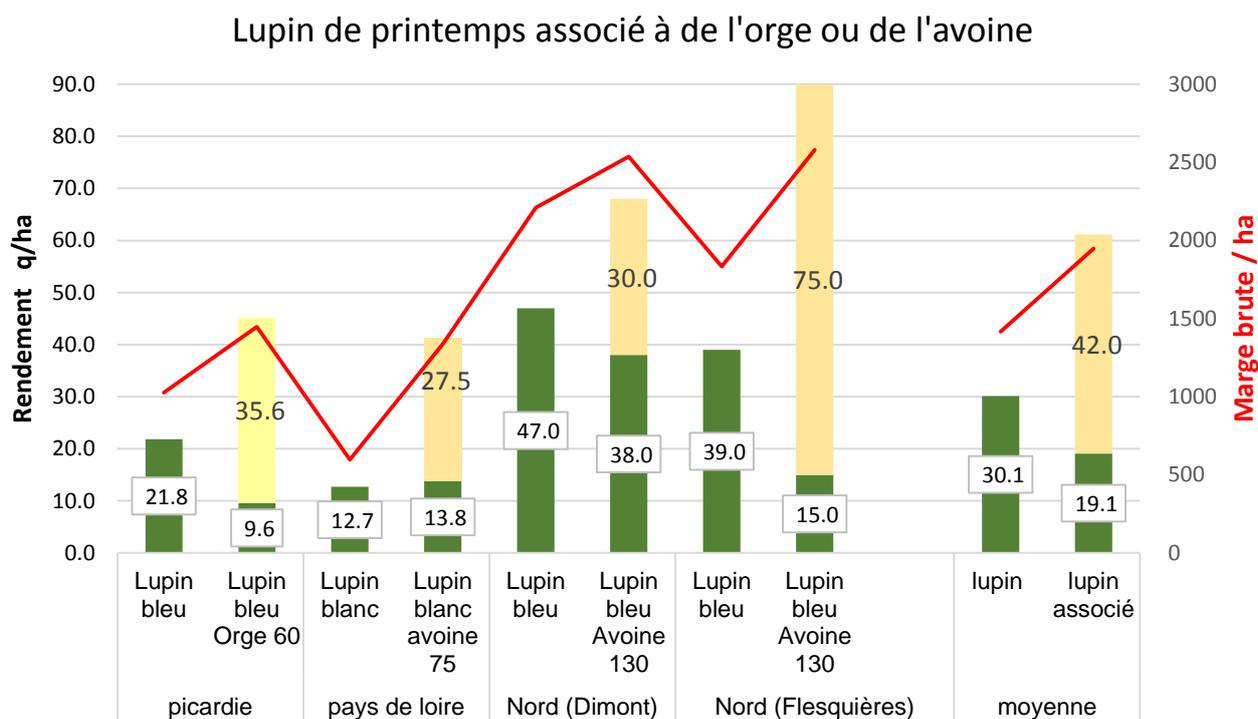
En Picardie, le lupin bleu seul est concurrencé par les matricaires et les chénopodes. Ses feuilles laissent passer la lumière au sol. Le lupin associé avec la caméline fleurit difficilement. Il y a visiblement un antagonisme entre les deux plantes.

Les lupins bleus associés à la céréale sont fortement concurrencés par l'orge, un effet densité assez net est noté. Quelques matricaires sur la plus faible densité d'orge lupin (LO3)

Dans les Pays de Loire, seules l'avoine et l'orge permettent d'améliorer de manière significative la couverture du sol du lupin. Le triticale et le blé présentent un intérêt moindre. La conduite du lupin avec une légumineuse fourragère (luzerne ou trèfle) n'apporte pas cette année d'intérêt quant à la couverture du sol. Cela s'explique par un semis de mauvaise qualité et l'absence prolongée de précipitations au printemps qui a empêché le développement des légumineuses.

Résultat récolte

Les rendements des lupins sont variables d'une région à l'autre. Ils sont limités en raison du temps chaud et sec de début d'été (7 à 14 q / ha en Pays de Loire, à près de 20 q/ha en Picardie). Seule, la région Nord se distingue avec un potentiel élevé pour la culture (40 à 50 q/ha en lupin bleu ou blanc). Ils confirment les précédents essais conduits en 2013 et 2014 par le Centre de Recherche Agronomique de Libramont (D. JAMAR).



Une synthèse des rendements (60-59-49) montre que l'association du lupin avec une céréale couvrante entraîne fréquemment une compétition entre les plantes associées. Cela représente une perte moyenne de 40 % du potentiel du lupin. En contrepartie, le rendement de l'association bénéficie de l'apport de la céréale. En 2015, cela représente une compensation qui justifie pleinement le choix de la culture associée. La productivité des céréales est liée à l'espèce associée et à l'azote disponible au printemps.

Triage à la récolte

En 2015, la récolte des associations se fait en tenant compte du type de lupin (1 mois de décalage dans le Nord entre les lupins blancs plus tardifs et les lupins bleus). En Picardie, le taux de déchets au triage des échantillons est de 28 % sur les lupins seuls (présence de chénopodes) mais de l'ordre de 5 % pour l'ensemble des modalités associant de l'orge.

Ce qu'il faut retenir

L'avoine et l'orge sont les plantes compagnes qui permettent d'assurer au mieux la maîtrise de l'enherbement du lupin de printemps. Cette observation est vraie pour le triticale et le blé mais l'effet est moins important. Ces résultats confirment les résultats obtenus les années précédentes en Pays de la Loire.

Le triticale et le blé sont les plantes compagnes les plus sociables. L'avoine et l'orge présentent un risque fort de diminuer le rendement du lupin.

Pour autant, la conduite du lupin avec une plante compagne permet clairement de sécuriser la production. D'un point de vue économique, le gain de rendement permis par la céréale compagne se traduit par une amélioration significative de la marge brute.

Les lupins sensibles aux dégâts occasionnés par les lièvres (Picardie)



Conclusions et perspectives

Les résultats présentés dans cette synthèse montrent que le climat est un facteur déterminant de la productivité des protéagineux, tout comme la situation azotée de la parcelle. La campagne culturale 2014-2015, marquée par un hiver doux et un printemps déficitaire en eau ont favorisé les protéagineux d'hiver. De mars à juillet, le même scénario climatique a pénalisé les protéagineux de printemps dans les Pays de la Loire et en Picardie. Dans ces conditions, les associations tirent leur épingle du jeu et représentent une assurance récolte.

Association et disponibilité en azote au printemps

Les cultures associées répondent aux attentes de l'agriculture biologique qui s'efforce d'optimiser les ressources du sol. Leur positionnement en fin de rotation, sur des parcelles où la disponibilité de l'azote minérale est limitante paraît idéal. Pour autant, la disponibilité de l'azote est quelque fois difficile à prévoir. Des apports organiques peu valorisés l'année N peuvent conduire à augmenter le pool d'azote disponible, l'année N+1.

Cette première synthèse sur les essais « associations légumineuses-céréales » montre que la disponibilité de l'azote au printemps est un déterminant essentiel de l'évolution des plantes dans l'association. Les résultats obtenus sur les deux plateformes suivies dans le Nord, sont à ce titre très évocateurs. La proportion de légumineuse et de céréale à la récolte peut totalement s'inverser ! Sur nos 7 sites d'essai, près de la moitié bénéficiaient d'une forte disponibilité d'azote minérale qui avantagait la céréale. L'appréciation des fournitures en azote par un reliquat à la sortie de l'hiver est essentielle. Elle doit permettre d'orienter le choix de l'agriculteur vers la culture d'un protéagineux associé ou d'une céréale pure le cas échéant.

Intégrer les plantes compagnes

L'avoine, l'orge et le triticale sont des espèces reconnues pour leur aptitude à couvrir rapidement le sol. Un des objectifs était la comparaison des différentes céréales compagnes des protéagineux. Il ressort logiquement que ces espèces disposent d'atout pour limiter le risque d'évolution des adventices. Pour autant, les tests réalisés en Picardie montrent qu'en situation à forte disponibilité en azote, de faibles densités de céréales suffisent (20 à 30 % de la densité de la céréale seule). Au-delà, une compétition s'exerce au détriment de la légumineuse. Le blé se distingue des autres céréales. Moins agressif, il est également moins couvrant. Pour autant, son intérêt dans les associations répond à d'autres objectifs tels que la valorisation de teneurs en protéines pour la meunerie. Ces travaux en cours sur les Pays de la Loire offrent des perspectives d'avenir.

Ebauche d'une grille pour les associations

Tenant compte des observations réalisées ci-dessus, nous pouvons formuler l'ébauche d'une grille offrant quelques repères pour le conseil aux agriculteurs. Elle doit être considérée comme une ébauche, avec prudence.

Reliquat sortie hiver	Faible (< 40 u.)	Moyen (40-70 u.)	Elevé (> 70 u.)
Densité de la céréale	40 % densité	Possible	20 % densité
Intérêt de l'association	Fort	Possible	faible

Des pistes de travail à poursuivre

La conduite et la valorisation des cultures associées doivent être encore optimisées. De nombreuses questions restent en suspens à la lecture de ce document.

- Détermination des densités de semis dans la composition des associations tenant compte du risque adventices, de la disponibilité en azote et de la céréale associée.
- Choix de variétés adaptées à maturité conjointe pour les associations pour limiter le risque à la récolte.
- Etude plus approfondie de l'impact des cultures associées et de leur place dans la rotation (risque maladie, effet précédent)
- Valorisation commerciale des associations intégrant la question du triage et la demande des opérateurs économiques ...

Ce travail a pour ambition de contribuer au partage d'expériences ! Les pistes de travail sur les associations de culture doivent associer tous les partenaires du développement de l'agriculture biologique, en lien avec les producteurs, les coopératives, les semenciers et l'utilisateur final.